

الاسم:	مسابقة في الكيمياء
الرقم:	المدة ساعتان

Cette épreuve est constituée de **trois exercices**. Elle comporte quatre pages numérotées de 1 à 4.

L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé.

Traiter les trois exercices suivants :

Premier exercice (6 points) **Acide propanoïque**

Dans cet exercice, on se propose de préparer une solution d'acide propanoïque, acide faible de formule ($C_2H_5 - COOH$), dans le but de déterminer le degré de pureté d'un échantillon de magnésium.

Données :

- Masse molaire de magnésium : $M(Mg) = 24 \text{ g.mol}^{-1}$.
- Zone de virage du bleu de bromothymol : jaune 6,0 – 7,6 bleu.

I- Préparation de la solution aqueuse d'acide propanoïque

Liste du matériel disponible :

- * pipettes jaugées de 5 mL, 10 mL, 20 mL;
- * éprouvettes graduées de 10 mL, 100 mL, 200 mL ;
- * béchers de 50 mL, 100 mL, 200 mL ;
- * fioles jaugées de 50 mL, 100 mL, 200 mL ;
- * poire aspirante (propipette).

On veut préparer, à partir d'une solution aqueuse S_0 d'acide propanoïque de concentration $C_0 = 10 \text{ mol.L}^{-1}$, un volume $V_S = 200 \text{ mL}$ d'une solution S de concentration $C_S = 1 \text{ mol.L}^{-1}$.

- 1- Trouver l'expression permettant de calculer le volume V_0 à prélever de la solution S_0 pour la préparation de la solution S ; calculer V_0 .
- 2- Choisir, de la liste ci-dessus, le matériel nécessaire à cette préparation.

II- Action de l'acide propanoïque sur le magnésium

Dans un bécher, contenant 0,45 g d'un échantillon de magnésium, on verse un volume $V = 50 \text{ mL}$ de la solution S additionnée de quelques gouttes de bleu de bromothymol. L'acide propanoïque attaque le magnésium en donnant le propanoate de magnésium soluble dans l'eau et le dihydrogène qui se dégage. La solution reste jaune à la fin de la réaction.

- 1- Montrer que le magnésium a totalement réagi.
- 2- Écrire l'équation de la réaction qui a eu lieu dans le bécher.

III- Détermination du pourcentage du magnésium dans l'échantillon

Dans le but de déterminer le degré de pureté de l'échantillon en magnésium, on réalise les étapes suivantes :

- on filtre le mélange obtenu dans la partie II à la fin de la réaction ;

- on élimine les impuretés et les ions Mg^{2+} du filtrat ;
 - on dose l'acide dans le filtrat par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b = 0,5 \text{ mol. L}^{-1}$. L'équivalence est atteinte pour un volume de la solution basique ajoutée $V_{bE} = 32,5 \text{ mL}$.
- 1- Écrire l'équation de la réaction de dosage.
 - 2- Déterminer la quantité de matière (en moles) d'acide dans le filtrat.
 - 3- Calculer la quantité de matière d'acide réagissant avec le magnésium.
 - 4- Déduire le pourcentage en masse du magnésium dans l'échantillon utilisé.

Deuxième exercice (7 points) Décomposition de l'eau de Javel

L'eau de Javel est une solution aqueuse contenant les ions suivants : hypochlorite ClO^- , chlorure Cl^- et sodium Na^+ . Elle est très utilisée pour son pouvoir désinfectant dû au caractère oxydant des ions hypochlorite.

L'eau de Javel se décompose très lentement selon la réaction dont l'équation est :



Cette réaction peut être accélérée par la lumière ou par l'utilisation d'un catalyseur à base de cobalt, tel que le chlorure de cobalt (II) ($CoCl_2$).

Donnée :

- Prendre le volume molaire d'un gaz : $V_m = 24 \text{ L.mol}^{-1}$.

I- Décomposition de l'eau de Javel

Pour étudier la cinétique de la réaction de décomposition d'une eau de Javel, on mesure le volume de dioxygène produit à partir de l'instant où l'on introduit les ions cobalt Co^{2+} dans un volume $V = 110 \text{ mL}$ d'une solution d'eau de Javel notée (S).

On en déduit la concentration des ions ClO^- restant dans la solution (S) à tout instant t. Les résultats sont groupés dans le tableau suivant :

t (s)	0	30	60	90	120	150	180	210	240	300
$[ClO^-] \text{ mol.L}^{-1}$	0,24	0,20	0,17	0,14	0,12	0,10	0,080	0,060	0,046	0,026

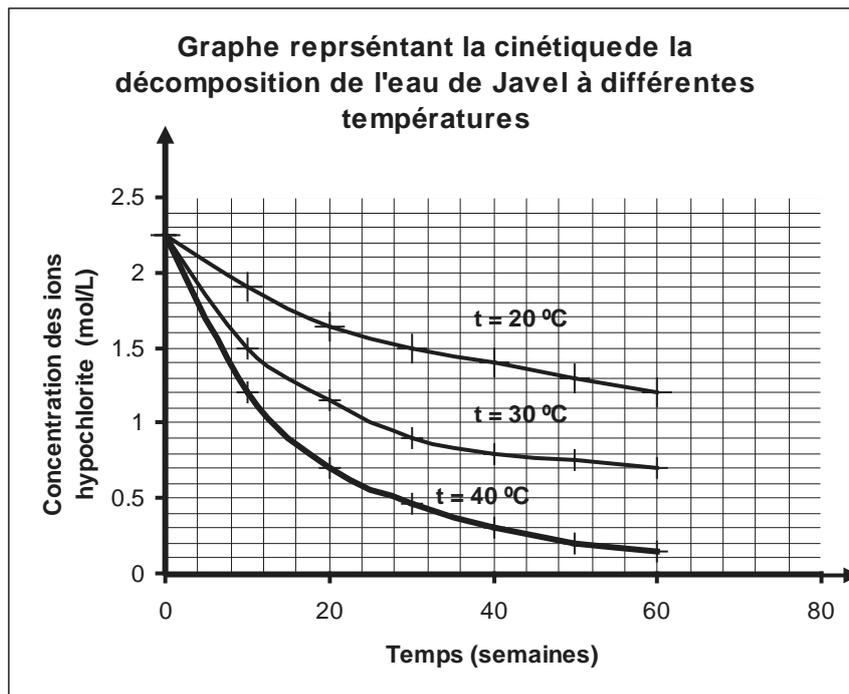
- 1- Tracer, sur un papier millimétré, la courbe représentant la variation de $[ClO^-]$ en fonction du temps. Prendre les échelles suivantes :
abscisses : 1 cm pour 30 s ; ordonnées : 1 cm pour $0,02 \text{ mol.L}^{-1}$.
- 2- Déterminer la vitesse de disparition de ClO^- à la date $t = 210 \text{ s}$
- 3- Sachant que la vitesse de disparition de ClO^- , à la date $t = 0$, est $1,6 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, identifier le facteur cinétique responsable de la variation de cette vitesse au cours du temps.
- 4- Déterminer, graphiquement, le temps de demi-réaction $t_{1/2}$.
- 5-
 - a) Montrer que la concentration des ions hypochlorite $[ClO^-]_t$, en mol.L^{-1} , et le volume de dioxygène $V(O_2)_t$, en mL, à un instant t, sont liés par la relation suivante :
 $[ClO^-]_t = 0,24 - 7,57 \times 10^{-4} \times V(O_2)_t$.
 - b) Identifier les espèces chimiques présentes dans la solution (S) pour un volume $V(O_2) = 317 \text{ mL}$.

II- Stabilité et précautions d'emploi

Parmi les recommandations lues sur les emballages des bouteilles d'eau de Javel, on cite :

"conserver au frais, à l'abri du soleil et de la lumière".

Le graphe ci-après montre l'évolution de la réaction de décomposition de l'eau de Javel à différentes températures.



Justifier, en se référant au graphe ci-dessus, la recommandation "conserver au frais, à l'abri du soleil ...".

Troisième exercice (7 points) Réaction de saponification

Cet exercice vise à préparer le savon par deux procédés et d'étudier le principe de détergence d'un savon.

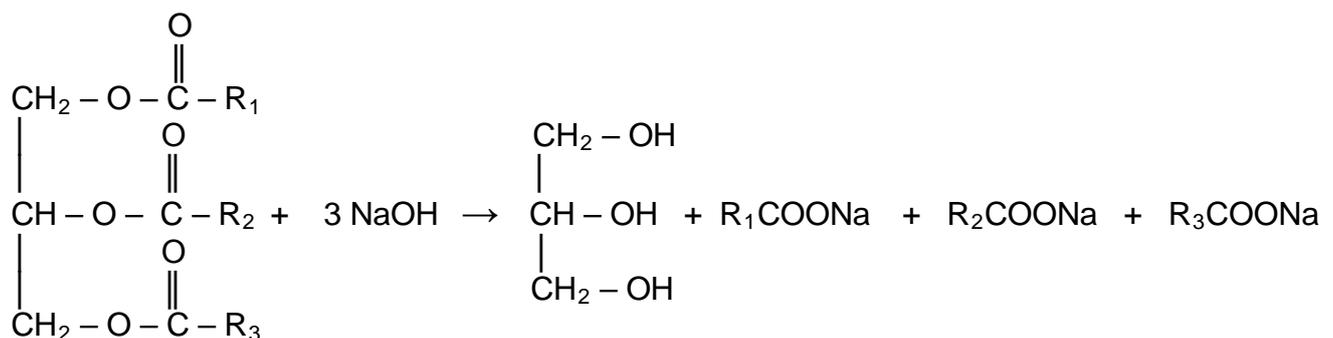
Données :

- Masses molaires en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$: acide palmitique : $M_1 = 256$; palmitate de sodium : $M_2 = 278$.

I- Saponification de palmitate de glycéryle

Le palmitate de glycéryle est le triester de l'acide palmitique ($\text{C}_{15}\text{H}_{31} - \text{COOH}$) et du glycérol ($\text{CH}_2\text{OH} - \text{CHOH} - \text{CH}_2\text{OH}$).

La saponification est une réaction entre les corps gras (les graisses et les huiles) et l'hydroxyde de sodium (ou de potassium). Elle est représentée par l'équation suivante :



- 1- Écrire l'équation de la réaction de saponification entre le palmitate de glycéryle et l'hydroxyde de sodium.
- 2- Donner le nom systématique de l'alcool obtenu (le glycérol).
- 3- Parmi les termes suivants : rapide, lente, totale, réversible et impossible, choisir ceux qui caractérisent cette réaction de saponification.

II- Préparation industrielle d'un savon

Le savon peut être préparé par le procédé continu, désigné par le procédé d'hydrolyse. Par cette méthode, on prépare tout d'abord les acides gras, par hydrolyse des graisses et des huiles appropriées sous pression et à haute température. Séparés du glycérol, ces acides sont purifiés, puis amenés à réagir avec la soude pour donner le savon et l'eau.

On suit le procédé ci-haut pour fabriquer le savon à partir de 1 tonne de suif de bœuf.

- 1- Écrire l'équation de la réaction d'hydrolyse du palmitate de glycéryle.
- 2- Écrire l'équation de la réaction de l'acide palmitique avec l'hydroxyde de sodium.
- 3- Calculer, en moles, la quantité de matière de l'acide palmitique obtenu sachant que la masse de cet acide issue du suif de bœuf vaut 25 % de la masse de suif.
- 4- Le savon obtenu (le palmitate de sodium) a une masse de 250 kg. Déterminer le rendement de ce procédé de fabrication du savon.

III- Structure de l'ion carboxylate

L'ion carboxylate ($R - COO^-$) d'un savon est formé de deux parties, la chaîne hydrocarbonée ($R -$) et le groupe carboxylate ($- COO^-$).

- 1- Donner le sens des deux termes : hydrophile et hydrophobe.
- 2- Indiquer, dans l'ion carboxylate, la partie correspondant au groupe hydrophile et celle correspondant au groupe hydrophobe.
- 3- Préciser le rôle de la structure de l'ion carboxylate dans le mode d'action du savon.

Premier exercice (6 points)
Acide propanoïque

Réponse attendue	Note	Commentaire
I-		
1- Par dilution le nombre de moles du soluté ne change pas, ce qui nous permet d'écrire : $n = C_0 \times V_0 = C_S \times V_S$. D'où : $V_0 = \frac{C_S \times V_S}{C_0}$.	0,25	
$V_0 = \frac{1 \times 200}{10} = 20 \text{ mL}$.	0,25	
2- Le matériel utilisé pour réaliser cette préparation comporte : pipette jaugée de 20 mL, fiole jaugée de 200 mL, poire aspirante et un bécher.	0,5	0 sans pipette ou fiole.
II-		
1- La solution reste jaune à la fin de la réaction signifie que le milieu est acide, car le BBT donne une coloration jaune pour un pH acide. Ainsi, on tire que le magnésium a réagi totalement.	0,75	
2- L'équation de la réaction qui a eu lieu dans le bécher : $2 \text{ C}_2\text{H}_5 - \text{COOH} + \text{Mg} \rightarrow 2 \text{ C}_2\text{H}_5 - \text{COO}^- + \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2(\text{g})$.	0,5	
III-		
1- L'équation de la réaction de dosage est :	0,5	
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COOH} + \text{HO}^- \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$		
2- À l'équivalence, la quantité d'acide dans le bécher est égale à la quantité de HO^- ajouté. D'où, la quantité d'acide dosé est :	0,25	
$n_{\text{dosé}} = C_b (\text{mol.L}^{-1}) \times V_{\text{bE}} (\text{L}) = 0,5 \times 32,5 \times 10^{-3} = 16,25 \times 10^{-3} \text{ mol}$.	0,75	
3- La quantité de matière d'acide réagissant avec le magnésium est donnée par : $n = n_0 - n_{\text{dosé}} = C_S \times V(\text{L}) - n_{\text{dosé}} = 1 \times 50 \times 10^{-3} - 16,25 \times 10^{-3}$.	0,75	
On tire : $n = 33,75 \times 10^{-3} \text{ mol}$.		
4- Le pourcentage en masse du magnésium dans l'échantillon est donné par :	1,25	
$\frac{m_{(\text{Mg})} \times 100}{m_{\text{échantillon}}} = \frac{n_{(\text{Mg})} \times M_{(\text{Mg})} \times 100}{m_{\text{échantillon}}}$		
D'après l'équation, on a : $n_{(\text{Mg}) \text{ réagissant}} = \frac{n_{(\text{acide}) \text{ réagissant}}}{2} = \frac{n}{2} =$		
$16,875 \times 10^{-3} \text{ mol}$.		
Le pourcentage est alors : $\frac{16,875 \times 10^{-3} \times 24 \times 100}{0,45} = 90 \%$.		

Deuxième exercice (7 points)
Décomposition de l'eau de javel

Réponse attendue	Note	Commentaire
<p>I-</p> <p>1- Tracé de la courbe</p> <div style="text-align: center;"> <p>Variation de la concentration des ions hypochlorite en fonction du temps</p> </div>	1,25	
<p>2-La vitesse de disparition de ClO^- $v = - \frac{d[\text{ClO}^-]}{dt}$; elle est égale à l'opposé du coefficient directeur de la tangente à la courbe $[\text{ClO}^-] = f(t)$ au point d'abscisse $t = 210$ s. Calcul de la vitesse : M et N sont 2 points de la tg de coordonnées : M(320 – 0) et N (0 – 0,19). D'où : $v = - \frac{0 - 0,19}{320 - 0} = 5,9 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$.</p>	1,25	
<p>3- $V_0 > V_{210}$, la vitesse diminue au cours du temps. Le facteur responsable de cette diminution est la concentration des ions hypochlorite qui en diminuant fait diminuer la vitesse.</p>	0,5	
<p>4- Le temps de demi-réaction est l'intervalle du temps au bout duquel la concentration $[\text{ClO}^-]_0$ se réduit à sa moitié et devient = $0,12 \text{ mol.L}^{-1}$ qui correspond $t_{1/2} = 138$ s.</p>	1	
<p>5-</p> <p>a) $[\text{ClO}^-]_t = \frac{n(\text{ClO}^-)_t}{V(\text{solution})_L} = \frac{n_0 - n_{\text{réagissant}}}{V} = [\text{ClO}^-]_0 - \frac{2n(\text{O}_2)_{\text{formé}}}{V}$</p> <p>$[\text{ClO}^-]_t = 0,24 - \frac{2xV(\text{O}_2)_t}{24 \times 10^3 \times 110 \times 10^{-3}} = 0,24 - 7,57 \times 10^{-4} \times V(\text{O}_2)_t$.</p>	1	
<p>b) Pour un volume $V(\text{O}_2)_t = 317 \text{ mL}$ on a : $[\text{ClO}^-]_t = 0$. Cela veut dire que les ions hypochlorite ont réagi totalement et les espèces présentes dans la solution, autre que l'eau, sont les ions : chlorure, sodium et cobalt (II).</p>	1	
<p>III-</p> <p>L'observation du graphe montre que l'élévation de la température fait accélérer la vitesse de décomposition des ions hypochlorite ce qui fait</p>	1	

